*Стела Дончева (Шумен)*

# МЕТРИЧЕН АНАЛИЗ НА НЯКОИ ЦЪРКВИ ОТ ВЕЛИКИ ПРЕСЛАВ

Започнатите още в началото на века проучвания на архитектурата в Преслав са основата, върху която се градят теориите и интерпретациите на облика и значението на отделните паметници, включително и на най-разпространения църковен тип постройки - кръстокуполните храмове.

От IX век този тип става определящ и водещ в развитието на културното строителство не само в столицата, но и в съседните християнски центрове. Кръстокуполната форма е принцип на пространствено конструиране с центричен ефект. Чрез него се канонизира начинът за онагледяване или архитек-турно означаване на идеята за център. Ето защо организиращ композиционен елемент е куполът над централния квадрат и когато се опитаме да установим последователността на органи-зиране на отделните елементи в строгата система на архи-тектурния тип, трябва да тръгнем от този композиционен център.

При проектирането, очертанията на бъдещата постройка се съгласуват с правилата на пропорционалност, които се изразяват само чрез модулни коефициенти. Модулната константа от мерната система определя размерите и статическите форми на съоръжението, а връзката и единството в композицията се уточняват от пропорционалните зависимости между съставните й елементи.

На практика пропорциите на кръстокуполните храмове в Преслав се изразяват по двете системи на пропорциониране в архитектурата - аритметично (с числа) и геометрично (с ирационални отношения). Сходните резултати, получени от анализа по двете системи, доказват прецизността и точността при теоретичното проектиране и практическата реализация на плана върху терена.

В настоящото изследване се основаваме изключително на принципите в класическата геометрия, като пропорционалният анализ на дадения обект се свежда до геометрични зависимости. Пропорциите на телата се основават на законите на подобието, кратността, „златното сечение“, правилните фигури.

Подобен подход на изследване прилагат Д. Хембидж[1], Е. Месел[2], Д. Грим[3], Льо Корбюзие[4]. Не всички автори, посветили свои трудове на проблемите на хармонизацията на абстрактните геометрични форми, ги разглеждат извън тяхното предназначе-ние. Теоретиците на архитектурата се обръщат към анализа на пропорциите не абстрактно-геометрически, а архитектурно-конструктивно. Началото на подобен подход поставя Витрувий[5], а след него към тектонически

[1] **Хембидж, Д.** Динамическая симетрия в архитектуре. М., 1936.
[2] **Месель, Э.** Пропорции в античности и средние века. М., 1936.
[3] **Грим, Г.** Пропорциональность в архитектуре. М., 1935.
[4] **Льо Корбюзие.** Модульор. С., 1982.
[5] **Витрувий.** Десят книг об архитектуре. М., 1936.

осмислените построения се обръщат и архитектите на Възраждането - Алберти[6], Паладио[7], Виньола[8].

Други поставят проблемите на пропорциите в пряка връзка с чисто техническите процеси, като средновековните теоретици М. Роричер и Л. Лахер[9], а по-късно и Виоле ле Дюк[10], О. Шоази[11], Г. Дехио[12], П. Франк[13].

В нова насока принципите на пропорциониране се разглеждат от А. Цейзинт[14] и М. Гика[15] - най-вече на основата на зависимостите на златното сечение, изведени от природата и развити в изкуството.

В настоящето изследване се съчетават тези няколко насоки с прилагането на двете системи на оразмеряване, за които стана дума. Съразмерностите на отделните части се основават на даден изходен размер, приет за единица, който изгражда цялата композиция. При анализа на пропорциите на кръстокуполните постройки в Преслав за изходен размер е избрана страната на подкуполния квадрат (диаметъра на купола) и всички останали елементи се определят по отношение на нея. (Фиг. 1 и Фиг. 2)

Изследването на пропорциите по вътрешните размери е често прилаган метод от повечето изследователи - В. Владимиров[16], К. Комеч[17], К. Афанасьев[18], А. Рыбаков[19], Ю. Лосицкий[20], М. Степанов[21], П. Франк[22] и др., като изходната величина е различна, а оттам и самите пропорционални схеми.

Тъй като в настоящото изследване ще вървим от геометрични към аритметични пропорции, ще отбележим, че по-голямата част от кръстокуполните храмове в Преслав се основават на ирационалните зависимости на златното сечение (т. е. деление на отрязъка в средно и крайно отношение) и неговите „функции".

---

[6] **Алберти, Л.** Десять книг о зодчестве. Т.I, М., 1935; Т.II, М., 1937.

[7] **Паладио, А.** Четыре книги об архитектуре. М., 1936.

[8] **Виньола, Д.** Правило пяти ордеров архитектур. М., 1936.

[9] **Heideloff, K.** Die Bauhьtt des mittelalters in Deutschland. Nьrnberg, 1844; „Des Meisters L. Lacher Unterweisung (1560)". **A. Reichesparger.** Vermischte schriftenьber christliche Kunst. Berlin, 1856. (По **Афанасьев, К.** Построение ..., с. 8).

[10] **Violle le Duc.** Dictionnaire raisonne. 7, Paris, 1863.

[11] **Шоази, О.** История архитектуры. Т. I, М., 1935; Т. II, М., 1937.

[12] **Dehio, G.** Ein Proportiongesez der antiken Baukunst. Strassburg, 1893.

[13] **Frankl, P.** The secret of the mediaeval measons. - „Art Bulletin", 1945, XXVII, 1, 46-61.

[14] **Цейзинг, А.** Золотое деление как основной морфологический закон природы и искусства. М., 1876; **Zeising, A.** Neue Lehke von den Proportionen des nenschilichen Kьrpers. Berlin, 1854.

[15] **Гика, М.** Эстетика пропорции в природе и искусстве. М., 1935.

[16] **Владимиров, В.** Египет. Архитектура, скульптура, живопис. М., 1944.

[17] **Афанасьев, К.** Геометрический анализ Св. Софии в Константинополе. В. вр, V, 1952, 207-219; От Пантеона Рима до Софии Киевской. В: Культура и искусство Древней Руси. Т. I, 1967, 31-42; 100 футов. В: Средневековая Русь. М., 1976, 141-146; Построение архитектурной формы древнерусскими зодчими. М., 1961.

[18] **Комеч, А.** Роль приделов в формировании общей композиции Софийского собора в Новгороде. В: Средневековая Русь. М., 1076, 147-150.

[19] **Рыбаков, А.** Русские системы мер длины XI-XV в. - СЭ, 1949, Т. I, 72-84; Архитектурная математика древнерусских зодчих. В: Из истории культуры Древней Русь. М., 1984, 82-104.

[20] **Лосицкий, Ю.** Опыт реконструкции крестообразных храмов Херсонеса. - В: Архитектурно-археологические исследования в Крыму. Киев, 1988, 27-36.

[21] **Степанов, М.** К вопросу о методе построения архитектурной формы древнерусскими зодчими. КСИА, 1984, 34.

[22] **Funck Hellet.** C. Introduction б l'etude de la proportionen.- „Architecture frdnsaise" 1951, N119-120.

Простите аритметични зависимости се проявяват в отношенията „квадрат“ - 1:1, „два квадрата“ - 1:2, а така също и 1:3, 1:4, 2:3 и др. Производната на аритметичната система е и стофутовата мярка, която се наблюдава при анализирането на всички разновидности на архитектурния тип[23].

Изработената и представена обемно-пространствена възстановка е подчинена на пропорционалните отношения в плана и е съобразена със зависимостите и по двете системи на оразмеряването.

При практическото изразяване на тези отношения се достига до конфигурации от квадрати и окръжности, с които бързо и лесно се трасират върху терена тези на пръв поглед сложни построения и ирационални зависимости само с пергел или с въже и две колчета.

Последователността при проектирането ще бъде пред-ставена чрез пропорционалните анализи на два от паметниците - църква N1 в Дворцовия манастир и църква N3 в м. Бял бряг. Изборът е направен с цел да се съпоставят резултатите от двете разновидности на архитектурния тип, представен в Преслав - с четири свободни опори и с две свободни опори на запад.

**Метричен анализ и реконструкция на църква N1 в Дворцовия манастир**

Изследването на плана показва, че църква N1 в Дворцовия манастир е оразмерена по „функцията“ на златното сечение. Геометричното построение е по системата на Фиг. 4а, при което ширината на наоса е M1=1,000, а отношението между централното пространство и ширината на страничен е f : 2F : f или 1,000 : 2,236 : 1,000 (Фиг. 1а). Отношението на дължината спрямо ширината е в златно сечение $M^o$:$M^1$=1,618:1,000.

На терена планът е трасиран с помощта на система от квадрати и техните диагонали. Изходната величина е страната на подкуполния квадрат (диаметъра на купола). Ако приемем, че първоначално е определена ширината на страничния кораб, а ширината на централния кораб е равна на изходния квадрат, (чиято страна е приета за 1,000), то диаметърът на окръжността е равен ан а.$\sqrt{5}$ =2,236, а радиусът е 1/2 2,236=1,118. Отношението между ширината на страничния кораб и радиуса на окръжността е 1,000:1,118=f:F.

От това построение ясно личи връзката между пропорциите и практическия начин за трасиране на сградата или за оразмеряването на композицията чрез окръжности, начертани с помощта на въже или с пергел. (Фиг. 1а)

Връзката между двата метода - практически и аналитичен - дава сравнителният анализ между измерените графично размери от плана и изчислените стойности:

[23] **Millet, G.** L’ecole grecque dans l’architecture byzantine. Paris, 1916, p. 55-56.

**Таблица I**

| N | Конструктивни елементи | Реални размери | Отношение | Изчислено | Разлика |
|---|---|---|---|---|---|
| 1. | Обща ширина | 6,8 | $M^1$ | 6,8 | - |
| 2. | Ширина на централния кораб | 3,2 | 2F | 3,59 | 0,49 |
| 3. | Ширина на страничните кораби | 1,8 | f | 1,6 | 0,2 |
| 4. | Дължина | 10,9 | $M^0$ | 11 | 0,1 |

Останалите размери се намират чрез изчисления спрямо пропорционалния мащаб:

$M^o = 1,000$

$M^1 = 6,80$

$M^2 = 0,618.M^1 = 4,20$ (1/2 от външната ширина)

$M^3 = 0,382.M^1 = 2,59$ (дълбочина на притвора)

$M^4 = 0,236.M^1 = 1,60$ (ширина на централния вход от запад и на входа към наоса)

$M^5 = 0,146.M^1 = 0,99$ (дълбочина на предапсидното пространство)

При анализа на плана се откриват и прости аритметични отношения, влизащи в модулна система с изходна величина - страната на подкуполния квадрат (d - купол).

Сравнителното им разглеждане спрямо реалните размери, снети от плана, дава следните резултати:

**Таблица II**

| N | Конструктивни елементи | Реални размери | Отношение | Изчислено | Разлика |
|---|---|---|---|---|---|
| 1. | Ширина на подкуполния квадрат | 2,80 | $4M_0$ | 2,80 | - |
| 2. | Дълбочина на кръстните рамена | 1,40<br>1,80<br>2,10 | $2M_0$<br>$2,5M_0$<br>$3M_0$ | 1,40<br>1,75<br>2,10 | 0,05 |
| 3. | Дълбочина на притвора | 2,10 | $3,5M_0$ | 2,45 | 0,05 |
| 4. | Дълбочина на централната апсида с предапсидното пространство | 2,15 | $3M_0$ | 2,10 | 0,05 |

Освен отбелязаните пропорционални зависимости, приложение намира и стофутовата мярка. Така напр. вътрешната ширина (6,80 м) е 22,0 гръцки стъпки, а дължината (10,90 м) е 35,3 гръцки стъпки. Страната на подкуполния квадрат (3,20 м) е 10,3 гръцки стъпки, а дълбочината на кръстните рамена е 4,5-5,0 гръцки стъпки. Цялата дължина на постройката (14,20 м) е 42,1 гръцки стъпки, а ширината (8,80 м) е 28,5 гръцки стъпки.

Във височина църквата се реконструира спрямо зависимостите в плана по изложената вече последователност. Определянето на основните конструктивни елементи - обща височина, ниво на кръстните рамена, височина на опорите - е представено на Фиг. 1б и Фиг. 1в.

Височината на колоните е $f+F$ или $5M_o$; нивото на главния корниз е на $2f+F$ или $7M_o$; височината на цилиндричните сводове над кръстните рамена е F или $2,5M_o$.

Цялата куполна конструкция е $\frac{m}{2}$ или 5,5$M_o$, като барабанът е висок $\frac{4F}{3}$ или 2,5$M_o$, а самият купол е $\frac{M}{2}$ или 2,5$M_o$. Фасадите са оразмерени и реконструирани по златното сечение. Фиг.1г и Фиг.1д в отношение $\frac{\sqrt{5}-1}{4}:\frac{3-\sqrt{5}}{2}:\frac{\sqrt{5}-1}{4}$ или 0,309 : 0,382 : 0,309 след разделяне на големия участък и $\frac{3-\sqrt{5}}{4}:\frac{\sqrt{5}-1}{2}:\frac{3-\sqrt{5}}{4}$ или 0,191 : 0,618 : 0,191 - след разделяне на малкия участък. Симетричното нанасяне на определените части пропорционира в хармонично отношение отделните композиционни елементи (пиластри, ниши, прозоречни и входни отвори).

**Метричен анализ и реконструкция на църква N3 в м. Бял бряг**

Анализът на плана показва, че църква N3 на Бял бряг е оразмерена по „функцията“ на златното сечение. Пространството в наоса се разделя в отношение 1,000:1,118=f:F, като ширината е приета за $M^1$=1,000. (Фиг. 2а)

Дължината спрямо ширината е в златно сечение $M^o$:$M^1$=1,618:1,000. Дългата страна на построения „златен правоъгълник“ съвпада с нишите в източната стена.

Геометричното построение е по позната схема. На терена планът е трасиран чрез нанасяне по главните оси на окръжности с диаметър, равен на куполната проекция в плана. Построението е извършено по диагоналната система $1:\sqrt{2}$ ; $1:\sqrt{3}$ ; $1:\sqrt{4}$ ; $1:\sqrt{5}$. Така например страните на изходната фигура очертават вътрешната стена на притвора, ширината на наоса и западните страници на отворите в наоса. Полудиагоналът на полуквадрата определя дълбочината на притвора $\frac{\sqrt{5}\pm1}{2}$, което е златното сечение. Третата фигура $1:\sqrt{4}$ фиксира източната външна стена, а четвъртата $1:\sqrt{5}$, която е удвоеният начален квадрат - с апсидата. Отношението на диагонала към голямата страна е $\frac{\sqrt{5}}{2}$=1,1185 и съвпада с „функцията“ на златното сечение, а на диагонала към малката страна е $\frac{1}{\sqrt{5}}$ - 0,4472, което е златното сечение.

Така на практика сложните на пръв поглед ирационални отношения се трасират върху терена с помощта на елементарни геометрични построения.

Сравнението между действителните и изчислените размери дава следните резултати:

**Таблица III**

| N | Конструктивни елементи | Реални размери | Отношение | Изчислено | Разлика |
|---|---|---|---|---|---|
| 1. | Обща ширина | 4,20 | $M^1$ | 4,20 | - |
| 2. | Ширина на централния кораб | 2,20 | 2F | 2,21 | 0,01 |
| 3. | Ширина на страничните кораби | 1,00 | f | 0,99 | 0,01 |
| 4. | Дължина | 6,60 | $M^0$ | 6,79 | 0,19 |

Останалите елементи се получават от съставения пропорционален мащаб:
$M^o=1,000$;
$M^1=4,20$;
$M^2=0,618.M^1=2,59$ (източно кръстно рамо, заедно с апсидата и дебелината на стената);
$M^3=0,382.M^1=1,60$ (дълбочина на напречните кръстни рамена, заедно с дебелината на стенита);
$M^4=0,236.M^1=0,99$ (1/2 от дълбочината на притвора и ширината на страничните кораби);
$M^5=0,146.M^1=0,61$ (дебелина на стените без пиластирите и ширина на опорите).

Освен ирационални зависимости, в плана се наблюдават и прости аритметични отношения, обединени в модулна система. Изходна величина е диаметърът на купола, който е $2M_o$. Отношението между дълбочината и ширината на притвора е 1:2.

Сравнителното представяне дава следната картина:

**Таблица IV**

| N | Конструктивни елементи | Реални размери | Отношение | Изчислено | Разлика |
|---|---|---|---|---|---|
| 1. | Ширина на подкуполния квадрат | 2,20 | $2M_0$ | 2,20 | - |
| 2. | Дълбочина на кръстните рамена | 1,00 | $1M_0$ | 1,10 | 0,10 |
| 3. | Ширина на притвора | 2,20 | $2M_0$ | 2,20 | - |
| 4. | Дълбочина на притвора | 4,10 | $4M_0$ | 4,40 | 0,30 |

Обемната реконструкция е направена по златното сечение и модулната система. Така напр. височината на опорите е F+f ($2M_o$), на сводовете над кръстните рамена F ($1M_o$), на цялата куполна конструкция - 3f или $2,5M_o$ и т. н. (Фиг. 2б и Фиг. 2в). Разпределението на елементите по фасадите също е съобразено с производните оразмерявания и построения по златното сечение (Фиг. 2г, Фиг. 2д и Фиг. 2е).

Освен двете системи на пропорциониране - аритметичната и геометричната - при проучването се установи, че някои от основните размери са кратни и на стофутовата мярка и по-точно - на гръцката стъпка (30,8 см). При съпоставяне с нея получаваме за страната на подкуполния квадрат (2,20 м) - 7,1 гр. ст.; за дължината

($M^o$=6,79 м) - 22,0 гр. ст.; за ($M^3$=1,60 м) 0 5,1 гр. ст. Пълната ширина (5,60 м) и дължина (9,40 м) на постройката са 18,5 гр. ст. и 30,5 гр. ст.

Анализът на двете кръстокуполни църкви (Фиг. 1 и Фиг. 2) доказва хармоничната връзка между план и обем, основана на строгата система от пропорционални отношения. Изходна величина (модул) на композициите е диаметърът на централния купол, който се повтаря много точно при отделните варианти на архитектурния тип. (Фиг. 1а , Фиг. 2а)

И двете постройки са оразмерени по „функцията“ на златното сечение: f:2F:f=1,000:2,236:1,000, като ширината спрямо дължината и височината е по златното сечение: M:m=1,000:0,618.

Анализът показва и наличието на геометрични отношения, основани на производните на подкуполния квадрат, които влизат в системи на динамични правоъгълници - 1:$\sqrt{2}$ , 1:$\sqrt{3}$ , 1:$\sqrt{4}$ , 1:$\sqrt{5}$ и на последователно увеличаващи се квадрати. (Фиг. 1а и Фиг. 2а)

Освен ирационална подчиненост, проучването доказва и приложението на прости аритметични зависимости, проявени в отношенията на ширината към дължината (3:5). (Табл. II и Табл. IV)

Обемно-пространствената възстановка се основава на отношенията в плана, като височината се определя по златното сечение - $M^1$:H=1,000:1,539. (Фиг. 1б и Фиг. 2б)

Резултатите от пропорционалния анализ показват, че общите размери на храма не са изходни размери - дължината и ширината се определят в зависимост от размерите на централното пространство - подкуполния квадрат и производните геометрични построения за всеки конкретен случай. Но ако габаритните размери на храмовата постройка не се отнасят като правило към останалите точни величини, то това не може да се каже за техните съразмерности. (Фиг. 1г, Фиг. 1д и Фиг. 2г, Фиг. 2д)

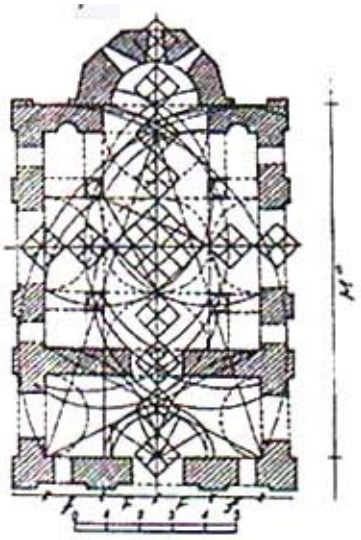
Обратно, както се потвърждава от анализите - простите и ясни съотношения на дължината и ширината на храма се явяват задължителни качества на съоръженията.

Направеният анализ илюстрира част от методите, които прилага архитекта-строител при реализацията на църковната постройка. С помощта на геометричните съответствия (Табл. I и Табл. III) и простите числови отношения (Табл. II и Табл. IV) сградата е хармонично и прецизно проектирана и трасирана върху терена. Техническите знания и умения, нужни за това, се основават на класическата геометрия и аритметика, което се доказва от паралелното приложение на двете съществуващи в архитектурата оразмерителни системи - ирационалната (геометрична) и модулната (аритметична).

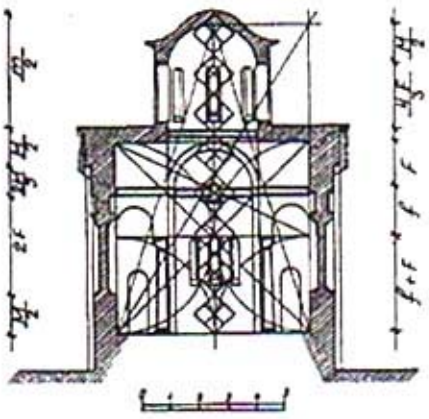
Единството от методи при определянето на всички съотношения, при уточнението на конструктивните параметри и при разбивката върху терена, ни дава основание да говорим за едновременност в процесите на строителство, архитектурно проектиране и конструктивен разчет, което определя църковното строителство в Преслав от IX-X век като добре осмислен и прецизно реализиран процес на архитектурно творчество.

**Фиг. 1. Църква I в дворцовия манастир**

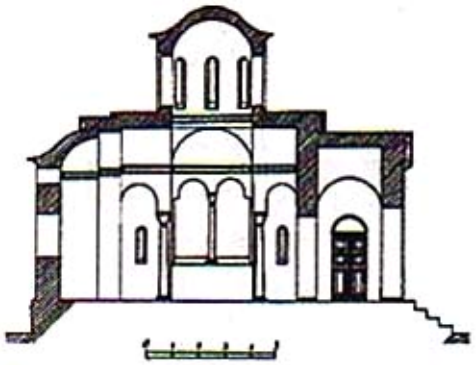
1а план на основите (метричен анализ)



1б Напречен разрез (оразмеряване и реконструкция)



1в Надлъжен разрез (оразмеряване и реконструкция)

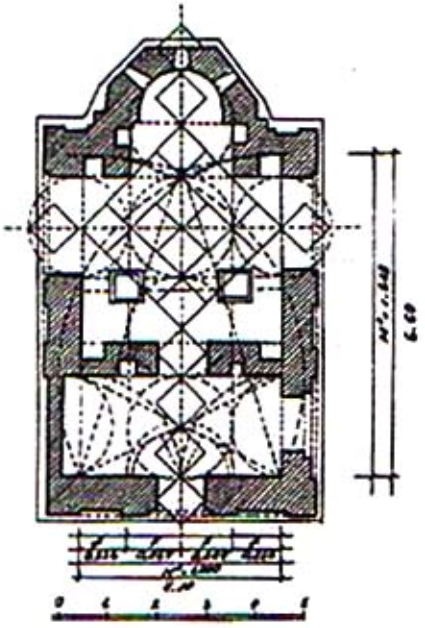


1г Фасада – запад (оразмеряване и реконструкция)

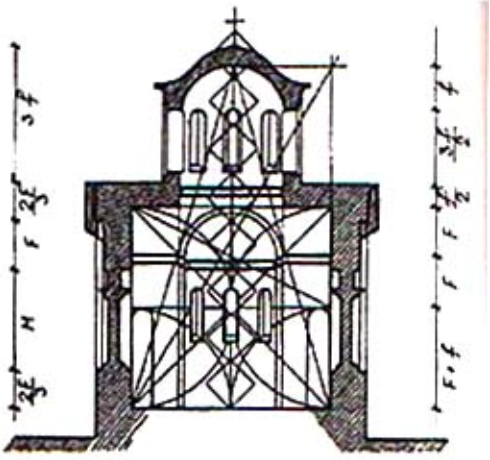
1д Фасада – север (оразмеряване и реконструкция)

**Фиг.2 Църква III в м. Бял бряг**

2а План на основите (оразмеряване и реконструкция)

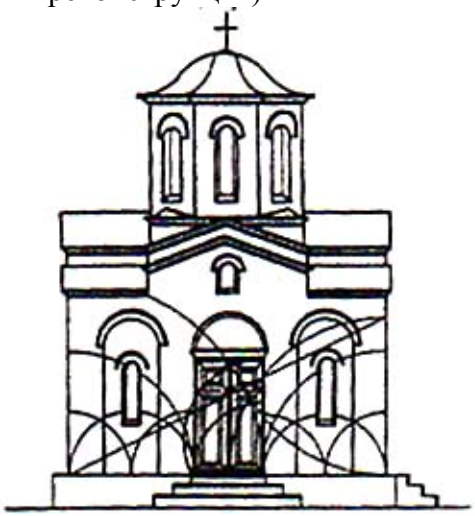


2б Напречен разрез (оразмеряване и реконструкция)

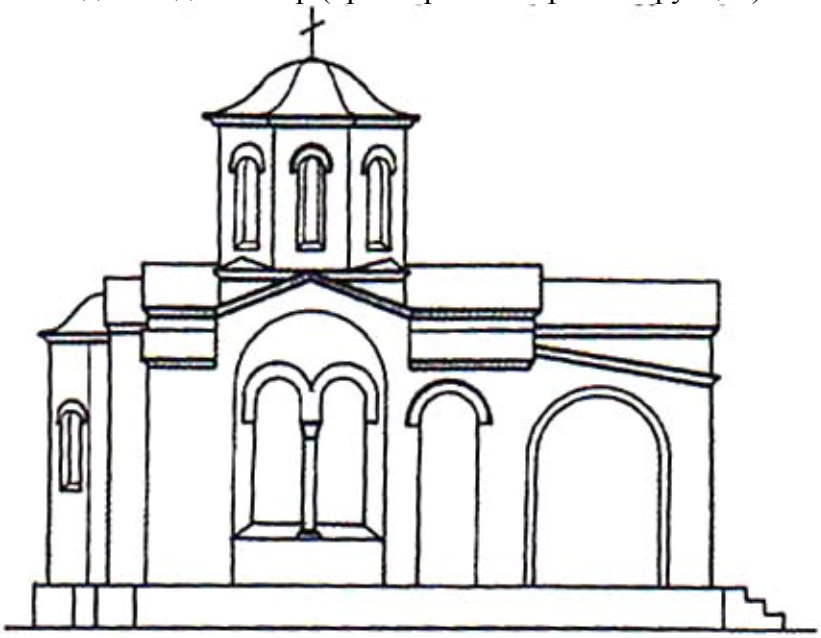


2в Надлъжен разрез (оразмеряване и реконструкция)

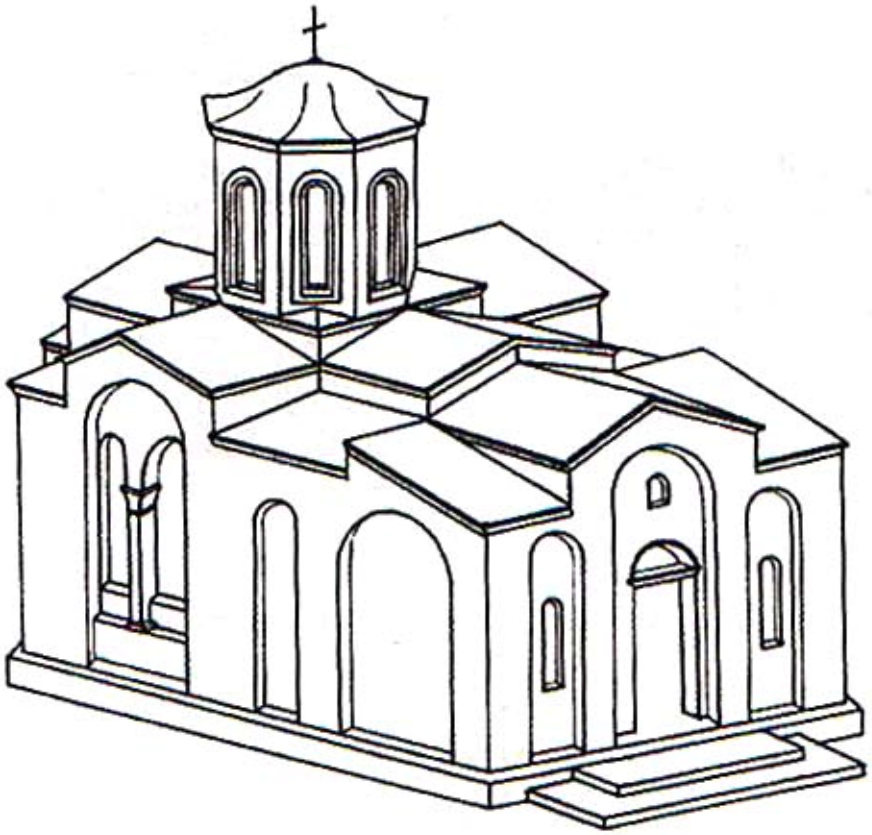
2г Фасада – запад (оразмеряване и реконструкция)



2д Фасада – север (оразмеряване и реконструкция)



2е Аксонометрия



## A METRIC SYSTEM TO A CHURCHES IN VELIKI PRESLAV

*Stela Doncheva (Shoumen)*

**(summary)**

The investigation of Preslav's church design popularity as the four-column cross in square is based on two proportional systems an arithmetical and a geometrical proportion. The side of the underdome square plan was used as a basic assumption and all composition elements had derivatived concerning of that.

At the proportions in the ground level are reconstructed all three - dimensional church compositions. The harmony between a ground plan and a bulk of the Preslavs cruciform churches is given a proof about that.